

# 2

1c971 U.S. PTO  
09/986068  
11/07/01

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of: **Kenji TAKUBO**

Serial No.: **Not Yet Assigned**

Filed: **November 7, 2001**

For: **SOLID STATE IMAGING DEVICE**

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

November 7, 2001

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:


**Japanese Appln. No. 2000-355200, filed November 22, 2000**

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicant has complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,  
ARMSTRONG, WESTERMAN, HATTORI  
McLELAND & NAUGHTON, LLP



Ken-Ichi Hattori  
Reg. No. 32,861

Atty. Docket No.: 011314  
Suite 1000, 1725 K Street, N.W.  
Washington, D.C. 20006  
Tel: (202) 659-2930  
Fax: (202) 887-0357  
KH/ll

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

1c971 U.S.  
09/98601  
11/07/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年11月22日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-355200

出 願 人  
Applicant(s):

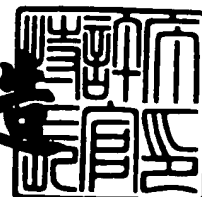
株式会社島津製作所

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 8月24日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3075922

【書類名】 特許願

【整理番号】 K1000603

【提出日】 平成12年11月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04N 5/335

【発明者】

【住所又は居所】 京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社 島津製作  
所内

【氏名】 田窪 健二

【特許出願人】

【識別番号】 000001993

【氏名又は名称】 株式会社 島津製作所

【電話番号】 075-823-1111

【代理人】

【識別番号】 100097892

【弁理士】

【氏名又は名称】 西岡 義明

【電話番号】 075-823-1415

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 005050

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書  
 【発明の名称】 固体撮像素子  
 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入射光の強度に応じて電気信号を発生する二次元配置された複数個の受光画素と、その受光画素で生じた信号電荷を蓄積する蓄積画素を前記受光画素 1 個当たり 2 個以上を備え、撮影時刻の異なる複数の画像フレームを記憶蓄積できる固体撮像素子において、前記蓄積画素に対して光が入射しないようにした遮光膜の表面を反射率の低い不透明な膜状の材質で覆ったことを特徴とする固体撮像素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高速度撮影装置に用いられる固体撮像素子に係わり、特に、高速移動物体、爆発、破壊、乱流、放電現象、顕微鏡下の微生物の運動、脳・神経系の信号伝達などの科学計測用に用いられる撮影装置の固体撮像素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

固体撮像デバイスによる撮像方法は、光学画像を電気信号に変換するために画像を多数の画素で分割し、画素ごとに光電変換を行ってその信号電荷を蓄積し、決められた順序で画素から信号電荷を読み出し時系列信号を形成して行なわれる。固体撮像方式として、X-Yアドレス方式と電荷転送方式があり、X-Yアドレス方式は、X-Yマトリックスを構成している各画素の感光部の信号電荷を、水平走査線方向に順繰りにスイッチングして出力線から取り出し、一つの走査線が終わったら次の走査線に移って同じように信号を取り出すものである。

電荷転送方式は、同様に画素がX方向とY方向に分布しているが、信号電荷の取出し方が違い、各画素の信号電荷を配列順に転送路に転送し、信号電荷をバケツリレーのように次々に一方に移し換えていき、端から読み出すものである。

【0003】

固体撮像素子の電荷転送方式の代表的なものにCCD（電荷結合デバイス：C

harge Coupled Device) がある。CCDは、入射光によって生じた電荷を半導体内に作られたポテンシャル井戸に貯え、外部から転送電圧を加えポテンシャル井戸を逐次動かすことにより、その電荷を半導体表面に沿って転送していく素子で、センサと走査部を一体としたものである。

光画像をCCDに照射して電荷を転送すると、CCDの出力端より遠い所から転送してくる信号は、移動するたびごとに場所毎の信号が混ざってしまい、画像がにじんでしまう。これを防ぐために、CCDイメージセンサは、光電変換部と走査部が分離された構造になっており、動画の場合、フレーム転送方式 (FT: Frame Transfer)、インタライン転送方式 (IT: Interline Transfer)、フレームインタライン転送方式 (FIT: Frame Interline Transfer) がある。

#### 【0004】

フレーム転送方式は、感光部と蓄積部があり、感光部CCDに光画像が投射されると、光画像の部分的な明るさ暗さによる信号電荷が、CCDのその場所毎での電位の井戸に貯えられる。次に、この信号電荷のパターンは垂直ブランキング期間内の極めて短時間に、電荷パターンのまま下方の蓄積部に平行移動のかたちで転送される。蓄積部CCDに入った電荷パターンは、一水平走査時間に各CCD一段ずつ下方に平行に電荷を送っていき、いちばん下に接続されている水平CCDの水平画素配列に電荷を移し、これを水平走査の速い走査で出力部に転送する。

インタライン転送方式は、画素ごとにフォトダイオードが設けられ、フォトダイオードで光電変換される信号電荷は、フレームまたはフィールド蓄積された後信号電荷を全部同時に垂直転送ゲートで並列に垂直CCDに転送する。その後はFTの蓄積部の動作と同じである。フレームインタライン転送方式は、FTとITを折衷した方式である。

#### 【0005】

図2にフレーム転送方式CCDをもとに構成した、3×3画素、4フレーム記録の固体撮像素子の模式図を示す。この固体撮像素子は、蓄積画素23に光が入射するのを防ぐために、受光画素8上に開口部をもつ遮光膜6を設けたもので、

図中の斜線部分が遮光膜 6 に当たり受光画素 8 は遮光膜 6 の開口部に位置する。遮光膜 6 には、製造工程簡素化のために通常アルミニウムなどの金属配線材料が用いられる。遮光の面積は、蓄積できるフレーム数に応じて大きくなり、通常全体面積の 5 0 % 以上を占める。そして、受光画素 8 の下方に蓄積画素 2 3 が縦に 4 個（2 3 a、2 3 b、2 3 c、2 3 d）配置され、垂直転送方向 2 5 に垂直転送路 2 4 が各列に設けられており、最下部の水平転送方向 2 7 に水平転送路 2 6 が設けられ、その出力端は出力アンプ 2 8 に接続されている。

そして、入射光を光電変換する受光画素 8 と、その受光画素 8 で生じた信号電荷群を蓄積する蓄積画素 2 3 を、受光画素 8 の 1 個当たり、2 個以上（図 2 の場合 4 個）備えて、撮影時刻の異なる複数の画像フレームを記録蓄積できる。この固体撮像素子は、画像周辺記録型撮像素子と呼ばれ、複数フレームの記録が完了したのち固体撮像素子の外部へ信号電荷を読み出すことにより、読出し時間の制限を受けない高速度での連続画像記録が可能になる。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

従来の固体撮像素子は以上のように構成されているが、固体撮像素子には、多かれ少なかれ、ブルーミング現象とスミア現象がある。いずれも見かけ上は、画面の一部に強い光が入ったとき、その部分の幅よりも多少太めの縦の帯が現われる現象である。

ブルーミング現象は、強い光が CCD や MOS 型のセンサの光電変換部に当たると、発生した信号電荷が、電位の井戸や MOS 容量の溜から溢れ出して信号転送部や水平信号線に流れ込み、その縦の帯全体から信号が出ているように見える現象である。これを防ぐために、過剰信号をオーバーフロー Drain（O F D : O v e r F l o w D r a i n）や基板に掃き出すことで解決している。

スミア現象は、ブルーミングのように電荷が溢れ出すのではなく、強い光でなくても光の散乱や基板の奥まで入った光で発生した信号電荷が拡散して、隣接した信号転送路に流れ込む現象である。

【 0 0 0 7 】

図 3 に固体撮像素子の受光画素 8 の一断面を示す。P 形のシリコン基板 1 に、

チャンネルごとのチャンネルストラップ 2 を形成し、シリコン基板 1 の表面を酸化して絶縁物の酸化シリコンのゲート酸化膜 3 を形成し、その上部に多結晶シリコンからなるポリシリコンゲート電極 4 を形成する。そして、層間絶縁膜 5 がその上部に被せられ、次に、アルミニウムなどの金属配線材料を用いて、受光画素 8 に相当する位置のみに開口部を有し、蓄積画素 2 3 に位置する部分（図示せず）およびその他の部分を遮光する遮光膜 6 を形成し、その上部に薄い透明な保護膜 7 を形成する。そして、カバーガラス 9 からの直接入射光 1 1 が受光画素 8 に入るように出来上がった固体撮像素子をケースにセットする。

## 【 0 0 0 8 】

その動作は、P 形のシリコン基板 1 をアースして、上部のポリシリコンゲート電極 4 に + 電位を印加すると、シリコン中の正孔がシリコン基板 1 の奥の方に押し下げられて、表面の正孔密度が減り、空乏状態になる。さらに高い + 電位をかけると、表面の伝導帯の下端がフェルミ準位より下がり、エネルギー的に電子の存在がゆるされる反転状態になる。ゲート酸化膜 3 ( $\text{SiO}_2$ ) とシリコン基板 1 のシリコン (Si) との境に、電子の存在が可能な n チャンネルができる。P 形のシリコン基板 1 には自由電子がほとんどないので、電圧がかかった直後には、深い電位のくぼみ（電位の井戸）ができ、その中に電子がほとんど存在しない。そこで、光の照射によって自由電子ができると、この電位の井戸に貯まる。長い時間たつと、光の照射でできた電子ばかりでなく、熱的に励起された電子も加わって、その井戸に電子がいっぱいになってしまうが、CCD ではそうならないうちに、各ポリシリコンゲート電極 4 にパルスを加えることにより、隣に新しい電位の井戸を作って電子を移してしまう。電子が動く所はゲート酸化膜 3 とシリコン基板 1 の境目ではなく、シリコン基板 1 の内部に少し入った所（埋め込みチャンネル）を転送する。

## 【 0 0 0 9 】

被写体からの直接入射光 1 1 は、受光画素 8 に入射すると同時に、異なった位置から遮光膜 6 にも入り、表面で反射し、その反射光はカバーガラス 9 の表面と裏面で反射し、その多重反射光 1 0 が本来の直接入射光 1 1 に重畳されて、受光画素 8 に入射する。また、異なった他の位置からの入射光や遮光膜 6 で反射した

反射光が、カバーガラス 9 や保護膜 7 や層間絶縁膜 5 内で散乱して、受光画素 8 に入る。そのため、 $S/N$ が低下するという問題がある。

また、強い光でなくても光の散乱や基板の奥まで入った光で発生した信号電荷が拡散して、隣接した信号転送路に流れ込むスミア現象を起こすこともある。

また、高速度撮影では、露光時間が通常の撮影に比べ短くなるので、十分な光量を確保するために、しばしばレーザによる照明が行なわれる。また、高速度撮影では、例えば、衝撃波の観察のように、しばしば観察対象の微小な密度変化を検出するために、レーザ照射による影絵や干渉像が用いられる。従来の固体撮像素子では、素子面積の大部分を覆う遮光膜 6 の反射率が高いため、遮光膜 6 と各種界面との間で起きる多重反射 1 0 が、レーザ照明時において、直接入射光 1 1 と干渉し、画像に不要な干渉縞を生じるという問題がある。

#### 【 0 0 1 0 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、受光画素に入射する入射光のうち、遮光膜の反射による多重反射光や、光散乱光の入射をできるだけ少なくし、直接入射光のみとして、 $S/N$ を高め、スミア現象やレーザ照射による撮像時の干渉縞の発生をなくした固体撮像素子を提供することを目的とする。

#### 【 0 0 1 1 】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、本発明の固体撮像素子は、入射光の強度に応じて電気信号を発生する二次元配置された複数個の受光画素と、その受光画素で生じた信号電荷を蓄積する蓄積画素を前記受光画素 1 個当たり 2 個以上を備え、撮影時刻の異なる複数の画像フレームを記憶蓄積できる固体撮像素子において、前記蓄積画素に対して光が入射しないようにした遮光膜の表面を反射率の低い不透明な膜状の材質で覆ったものである。

#### 【 0 0 1 2 】

本発明の固体撮像素子は上記のように構成されており、二次元配置された複数個の受光画素とその受光画素 1 個当たり 2 個以上の蓄積画素とを備えた電荷転送方式の CCD で構成され、反射率の低い膜状の反射防止膜を、光が蓄積画素に入射しないようにした遮光膜の保護膜上に同じパターンで設けたものである。それ



によって、入射光が反射率の低い反射防止膜で反射しにくくなり多重反射が低減する。また、入射光が反射防止膜を通過しにくくなり、透過光が遮光膜で反射しても、再び反射防止膜で吸収され層間の散乱光を発生することがない。そのため、S/Nが向上し、スミア現象やレーザ照射による撮像時の干渉縞をなくすることができる。

【 0 0 1 3 】

#### 【発明の実施の形態】

本発明の固体撮像素子の一実施例を図 1、図 2 を参照しながら説明する。図 1 は本発明の固体撮像素子の断面を示す図である。図 2 は 4 フレーム転送方式 CCD をもとに 3 × 3 画素で構成され、反射防止膜 1 2 が形成されていない従来の固体撮像素子の模式図を示す。

本固体撮像素子は、P 型のシリコン基板 1 と、隣接するチャンネル間の干渉を阻止するチャンネルストップ 2 と、シリコン基板 1 の表面を酸化し絶縁物の酸化シリコンからなるゲート酸化膜 3 ( $\text{SiO}_2$ ) と、多結晶シリコンからなるポリシリコンゲート電極 4 と、外部と電氣的に絶縁し透明な薄い膜からなる層間絶縁膜 5 と、受光画素 8 の位置に開口部を備え直接入射光 1 1 を入射させるための遮光膜 6 と、表面を保護するための保護膜 7 と、多重反射光 1 0 を弱めるための反射防止膜 1 2 とから構成され入射光を光電変換する受光画素 8 と、同じシリコン基板 1 上で受光画素 1 と 2 次元状に配置され受光画素 8 の 1 個当たり 2 個以上 (図 2 の場合 4 個) 備えて受光画素 8 で生じた信号電荷群を蓄積する蓄積画素 2 3 と、蓄積画素 2 3 の信号電荷を垂直転送方向 2 5 に転送する垂直転送路 2 4 と、垂直転送路 2 4 から転送された信号電荷を受け水平転送方向 2 7 に転送する水平転送路 2 6 と、その出力を増幅する出力アンプ 2 8 とから構成されている。

本固体撮像素子と従来の固体撮像素子と異なる所は、受光画素 8 の位置に開口部を備え直接入射光 1 1 を入射させ、蓄積画素 2 3 に入射させないようにした遮光膜 6 上方に、多重反射光 1 0 を弱めるための反射防止膜 1 2 を設けたもので、その他の構造においては同じである。

【 0 0 1 4 】

遮光膜 6 は、アルミニウムなどの金属配線材料を用いて、層間絶縁膜 5 の表面

に形成され、受光画素 8 に相当する位置のみに開口部を有し、蓄積画素 2 3 に位置する部分（図示せず）およびその他の部分を遮光するものであり、その上部に薄い透明な保護膜 7 が形成される。したがって、直接入射光 1 1 は受光画素 8 にのみ入射し、蓄積画素 2 3 には入射しない。

反射防止膜 1 2 は、入射光に対して表面の反射率の低い、かつ、透過しにくい膜材質を用いる。例えば、一般の CCD の色フィルタアレイに用いられる黒色の膜などを用いることができる。これにより、反射防止膜 1 2 で反射したり、透過する光量は非常に小さく、遮光膜 6 の表面での反射光の影響は無視できる程度になる。また、反射防止膜 1 2 の表面の反射率が低いので、他の界面、例えば、ガラス 9 の表面との間で多重反射したり、光路中で反射光による光散乱等によって、受光画素 8 に入射する多重反射光 1 0 及び光散乱光は、直接入射光 1 1 に比べて非常に少なくなる。また、従来の構造では、遮光膜 6 の開口部に強い光が入射すると、その一部が層間絶縁膜 5 と保護膜 7 の内部を多重反射しながら横方向に伝搬し、本来遮光されるべき蓄積画素 2 3 に入射するという不具合を生じていた。図 1 に示すように、反射防止膜 1 2 を遮光膜 6 の開口部の縁から内部に底のように伸ばした構造にすると、各膜内の内部を多重反射しながら横方向に伝搬する光を反射防止膜 1 2 が吸収するので、上記の不具合を軽減できる。そのため、S/N が向上し、スミア現象やレーザ照射による撮像時の干渉縞をなくすることができる。

#### 【 0 0 1 5 】

次に、3×3 画素で構成され 4 フレーム転送方式の CCD をもとに、本固体撮像素子の動作について説明する。本固体撮像素子は、フレーム転送方式（FT）CCD の表面に、受光画素 8 の位置する部分に開口部を有し蓄積画素 2 3 を光遮蔽した遮光膜 6 を備え、保護膜 7 を介してその上部に反射率の低い材質膜からなる反射防止膜 1 2 が、同様に遮光膜 6 のパターンに合わせて形成される。

直接入射光 1 1 が、受光画素 8 に入射すると同時に、反射防止膜 1 2 に入射した光は、低反射率の反射防止膜 1 2 ではほとんど反射せず、また、反射防止膜 1 2 を透過する光も少なくなる。そのため多重反射や光散乱が少なくなり、受光画素 8 には直接入射光 1 1 のみが入射することになる。

そして、各フレーム時間に受光画素 8 で生成した信号電荷は、そのフレーム時間の終了と共に、受光画素 8 の下方に隣接する蓄積画素 2 3 a に転送される。そして、各フレーム時間の終了と共に、蓄積画素 2 3 a ～蓄積画素 2 3 d に滞留していた信号電荷は、一段下方の蓄積画素 2 3 b ～2 3 d にシフト転送される。この動作を 4 回繰り返したのちには、第 1 フレームから第 4 フレームまでの各フレーム時間に、受光画素 8 で生成した信号電荷が、蓄積画素 2 3 a ～2 3 d の下方から時系列順に並んで滞留していることになる。その後、受光画素 8 に光が入射しないように、シャッターなどの遮光手段（図示せず）により固体撮像素子全体を遮光する。その後、各信号電荷を、通常のフレーム転送方式 CCD と同様に、垂直転送路 2 4、水平転送路 2 6、出力アンプ 2 8 に転送し、電圧信号に変換した後、固体撮像素子の外部に読み出す。読み出された信号は、AD 変換後、コンピュータ（図示せず）に送られ、各フレームの画像として再構成される。

#### 【0 0 1 6】

上記の実施例では、フレーム転送方式 CCD の固体撮像素子について説明したが、インターライン転送方式 CCD やフレームインターライン転送方式 CCD の固体撮像素子についても同様に適用することができる。

#### 【0 0 1 7】

##### 【発明の効果】

本発明の固体撮像素子は上記のように構成されており、受光画素に直接入射光を導入する開口部を有し、蓄積画素に光が入射しないように形成された遮光膜上に、反射率の低い膜状の反射防止膜を保護膜上に設けた構造であり、その反射防止膜によって、入射光が吸収され、反射しにくくなり、従来のような各界面での多重反射が低減する。また、入射光が反射防止膜を通過しにくくなり、通過した弱い光は遮光膜で反射しても、再び反射防止膜で吸収され層間の散乱光を発生することがない。そのため、S/N が向上し、スミア現象やレーザ照射による撮像時の干渉縞をなくすることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の固体撮像素子の一実施例を示す図である。

【図 2】 画像周辺記録型の固体撮像素子の模式図である。

【図 3】 従来の画像周辺記録型の固体撮像素子の断面を示す図である。

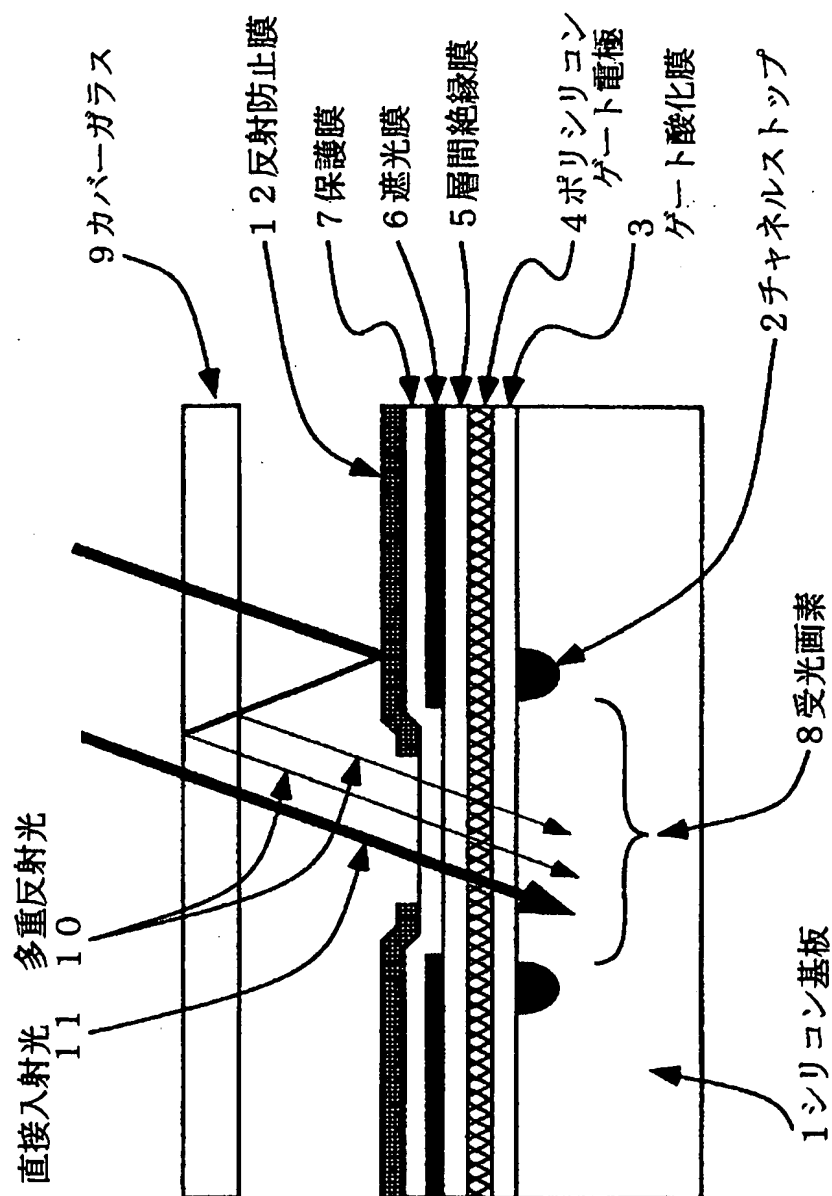
【符号の説明】

- 1 …シリコン基板
- 2 …チャネルストップ
- 3 …ゲート酸化膜
- 4 …ポリシリコンゲート電極
- 5 …層間絶縁膜
- 6 …遮光膜
- 7 …保護膜
- 8 …受光素子
- 9 …カバーガラス
- 10 …多重反射光
- 11 …直接入射光
- 12 …反射防止膜
- 23、23a、23b、23c、23d …蓄積画素
- 24 …垂直転送路
- 25 …垂直転送方向
- 26 …水平転送路
- 27 …水平転送方向
- 28 …出力アンプ

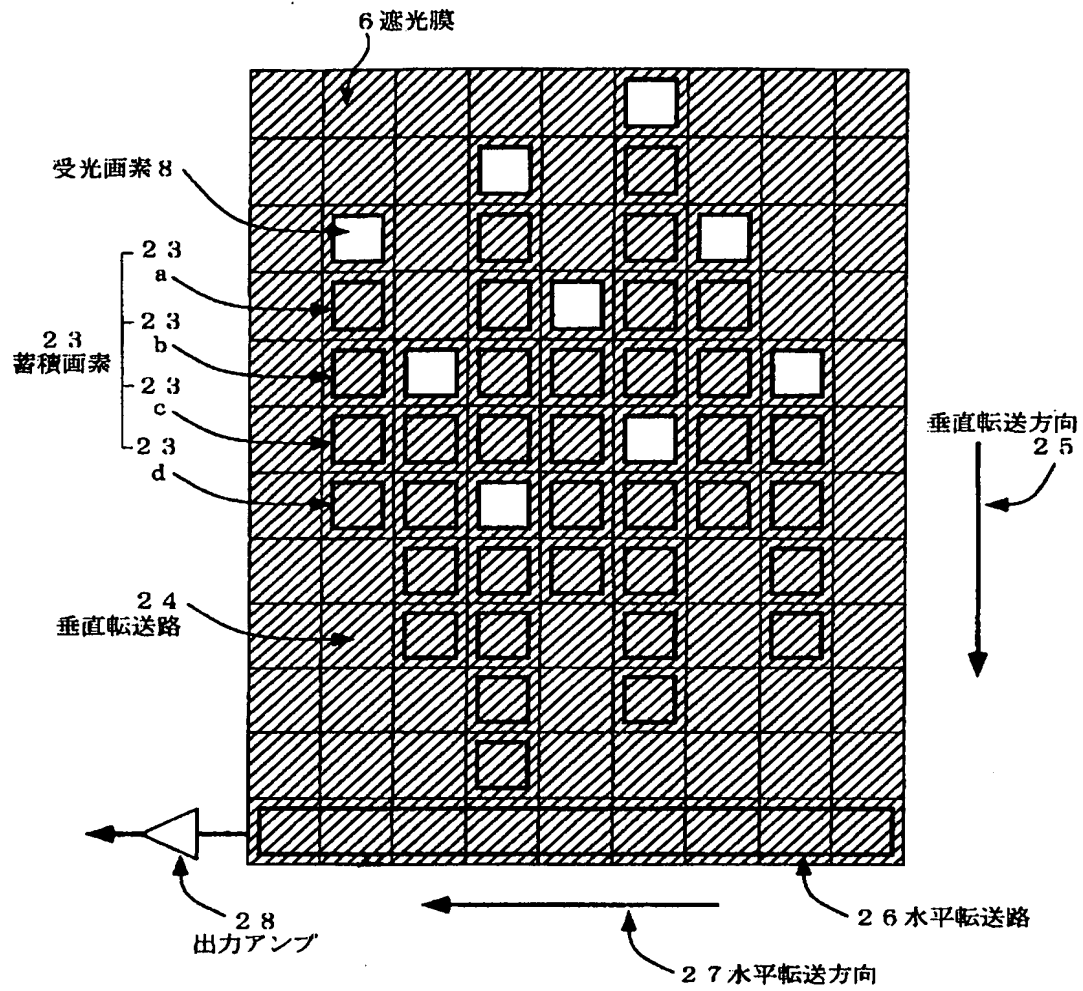
【書類名】

図面

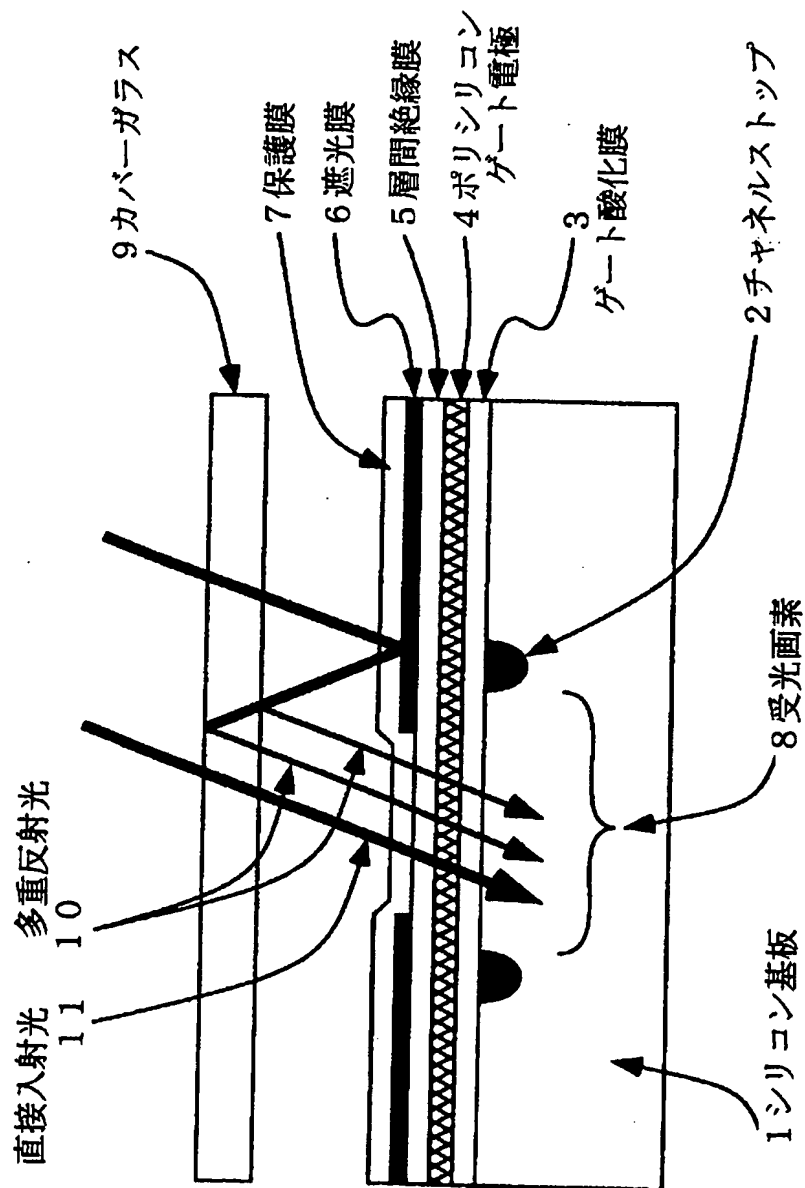
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 多重反射光や、光散乱光の入射を低減し、 $S/N$ を高め、スミア現象やレーザ照射撮像時の干渉縞の発生をなくした固体撮像素子を提供する。

【解決手段】 P形のシリコン基板1にチャネルストップ2を設け、表面を酸化してゲート酸化膜3を生成し、その上部にポリシリコンゲート電極4と層間絶縁膜5を形成して、1個の受光画素8に対して複数個の蓄積画素（図示せず）を有するCCDに、入射光が受光画素8にのみ入射するように開口部を有した遮光膜6を形成し、保護膜7を介して遮光膜6の上部に反射率の低い反射防止膜12を形成する。反射防止膜12に入射した光はほとんどが吸収され、かすかな光がカバーガラス9で多重反射光10となるが、直接入射光11に対してその量は非常に少くなり、各膜の光散乱光も低減することができる。

【選択図】

図1



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001993]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地  
氏 名 株式会社島津製作所